

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-204907

(43)Date of publication of application : 08.08.1995

(51)Int.Cl. B23B 27/14
B23P 15/28
C23C 14/06
C23C 14/34

(21)Application number : 06-005273

(71)Applicant : UBE IND LTD

(22)Date of filing : 21.01.1994

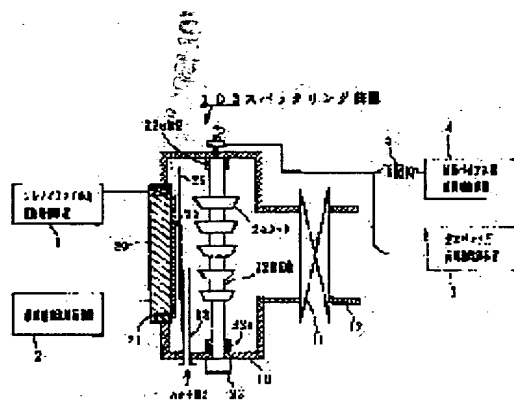
(72)Inventor : HARADA HIROSHI

(54) CUTTING WORK TOOL AND ITS COATING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a long life cutting work tool which has a film that never peels off from the base metal bearing a severe using condition by coating the surface of the knife edge with a TiAlN layer and further forming a intermediate layer composed by a Ti layer between the TiAlN coated layer and the base metal.

CONSTITUTION: A Ti material on the outer circumference of a target 25 is filmed on the knife edge surface of a base metal by starting electric discharge from a direction current power unit for discharging connected to the cathode 20 of a sputtering device 100 and controlling the electric current running to a magnetic field exciting solenoid coil 21 so as to come near the outer circumferential side of plasma. The electric current running to the magnetic field exciting solenoid coil 21 is then changed and discharged by controlling it so that plasma can generate in the center of a target 25. Nitrogen gas is introduced into the sputtering device 100 and TiAlN film is formed on the Ti film on the knife edge surface of the base metal until the thickness becomes about 2 μ m. Thus a desired cutter 24 can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.11.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 04.07.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 2 0 4 9 0 7

(43) 公開日 平成7年(1995)8月8日

| | | | | |
|----------------------------|-------|----------|-----|--------|
| (51) Int. Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
| B 2 3 B | 27/14 | A | | |
| B 2 3 P | 15/28 | A | | |
| C 2 3 C | 14/06 | 9271-4 K | | |
| | 14/34 | 8414-4 K | | |

審査請求 未請求 請求項の数 2

O L

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-5273

(22) 出願日 平成6年(1994)1月21日

(71) 出願人 000000206

宇部興産株式会社

山口県宇部市西本町1丁目12番32号

(72) 発明者 原田 寛

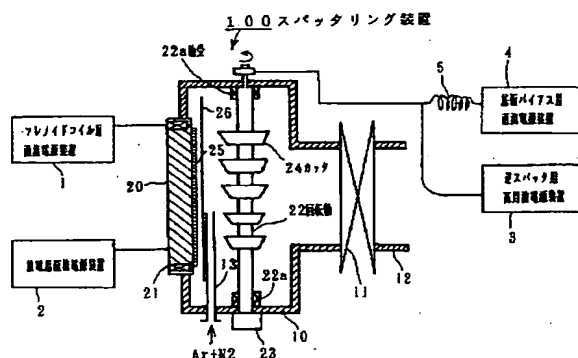
山口県宇部市常盤台(番地なし)

(54) 【発明の名称】 切削加工用工具およびそのコーティング方法

(57) 【要約】

【目的】 高温耐熱性に優れるTiAlN被膜を母材にしっかりと固着させ苛酷な使用状態にも耐えてこの被膜が母材から剥がれることのない長寿命の切削加工用工具を提供するものである。

【構成】 母材が鉄系材料で構成される切削加工用工具であって、刃先の表面がTiAlN層で被覆され、かつ、TiAlN層と母材との間にTi層からなる中間層を形成したものである。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 母材が鉄系材料で構成される切削加工用工具であって、刃先の表面が TiAlN 層で被覆され、かつ、該 TiAlN 被覆層と母材との間に Ti 層からなる中間層を形成してなる切削加工用工具。

【請求項 2】 母材が鉄系材料で構成される切削加工用工具のコーティング方法であって、中心部を TiAl 材とし外周部を Ti 材とした 1 種類のターゲットを用い、カソード内の磁界制御により成膜中に発生する該ターゲット上のプラズマの位置を移動して前記切削加工用工具の表面に Ti 層ならびに TiAlN 層の被膜を順次形成する切削加工用工具のコーティング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、切削バイトや歯車カッタなどの切削加工用工具に係り、刃先表面にチタン系セラミックス膜をコーティングして耐摩耗性を増強し長寿命化を企図した切削加工用工具およびそのコーティング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 切削加工用工具には、炭素工具鋼や合金工具鋼などが従来から用いられ、高い硬さと適度な靱性が要求される。鋼の硬さを高めるには、炭素含有量を増すのが有利なので、比較的炭素含有量の多い鋼が用いられている。JIS 規格では工具鋼として、炭素工具鋼鋼材（SK 材）や合金工具鋼鋼材（SKS、SKD、SKT 材）や高速度工具鋼（SKH 材）が規定され、炭素工具鋼は 0.6～1.5% の炭素を含有する工具鋼であり、その中でも高炭素鋼は、球状化焼なましによってセメントサイトを球状化したのち、焼入れ、焼もどしを行って、強靱な焼もどしマルテンサイトの素地に球状の硬い未固溶セメントサイト粒子が分散した金属組織として用いられる。鋼の炭素含有量が多いほどセメントサイト粒子の数量も増し、耐摩耗性が向上する反面、靱性は炭素含有量が少ないほど増加し、また、結晶粒度の微細なものほど高い靱性を示す。高い硬さと耐摩耗性を要する切削工具、組やすりなどには炭素含有量の多い鋼が使用され、靱性を必要とするぜんまい、刻印、プレス型などには炭素含有量の少ない鋼が使用される。しかしながら、炭素工具鋼は焼入れ性が低いため、水焼入れをする必要があり、寸法が大きく、形状が複雑なものでは焼割れを生じやすい。また、焼もどし軟化が起こりやすいので、バイトとして用いる時には高速切削には適さない。合金工具鋼は、前述のような炭素工具鋼の欠点を改良するために、Cr、W、V あるいは Ni などの合金元素を添加した鋼であり、主に切削工具用や耐衝撃工具鋼、熱間金型用に大別される。

【0003】 一方、切削用工具として使用するバイト、カッタ類は切れ味の点から、何よりも硬さが高いことが望まれるので比較的炭素含有量の多い鋼を使用し、他

方、切削時の衝撃によって刃こぼれが生じないような適度な靱性を保持するような炭素含有量の鋼が選択される。たがね、ポンチなどのように極めて大きな衝撃荷重のもとで使用される工具鋼としては、0.35～0.55% C と炭素含有量を低め、Cr、W などを添加して靱性を加味し、耐摩耗性を向上した SKS4 および SKS41 などが用いられる。また、0.8～1.1% C と高炭素含有量で、V の添加で結晶粒を微細化し、表層部のみを浅く焼入硬化して、表層部の耐摩耗性と内部の靱性を兼ね備えた SKS43、SKS44 も利用される。高速切削では、工具は大きな機械的摩耗を受けるとともに、摩擦熱によって刃先温度が著しく上昇するので、高温での硬さ、耐軟化性が必要となる。このため、Cr、W、Mo、V などを多量に添加して切削性能を向上したのが高速度工具鋼であり、Co を含む鋼は焼もどし抵抗性と高温硬さが高いので高速切削に好適である。また、V 含有量の多い鋼は硬い炭化物の量が多く耐摩耗性により高硬度材の切削に適する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、近年切削加工の対象となるワーク（被削物）の範囲の拡大に伴って、より硬い被削物をしかも高速切削する必要に迫られ、必然的に高速による摩擦熱の発生は著しく、バイトやカッタなどの切削加工用工具の耐摩耗性を改善して長寿命化を図ることが切削加工用工具の大きな課題のひとつとなってきた。このため、PVD 法（physical vapor deposition）や CVD 法（chemical vapor deposition）といった表面処理法によって、工具鋼などの母材の切刃部に耐熱性被膜を形成することも最近行われるようになった。PVD 法の実例の中では、従来、チタン系セラミックス膜のコーティング方法として、母材の表面に TiN 被膜を形成させることにより、より高温に耐え耐摩耗性を改善した切削加工用工具が使用されるようになってきた。しかしながら、TiN 被膜は耐熱温度は最高 600℃ 程度であり、さらに高温に耐えるコーティング被膜を有する切削加工用工具の需要が高まり、800℃ の耐熱温度を持つ TiAlN 被覆が出現するようになって、耐熱度の向上による寿命の延命化の面では改善された。ところが、TiAlN 被覆した切削加工用工具は耐熱度の点では確かに TiN 被覆のものに比べて改善された反面、使用中に母材から剥がれ易いという大きな難点があり、問題となっていた。本発明の目的は、このような高温耐熱性に優れる TiAlN 被膜を母材にしっかりと固着させ、苛酷な使用条件によっても母材からこの被覆が剥離することのない切削加工用工具を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 以上のような課題を解決するために、本発明の切削加工用工具は、母材が鉄系材

料で構成される切削加工用工具であって、刃先の表面が TiAlN 層で被覆され、かつ、該 TiAlN 被覆層と母材との間に Ti 層からなる中間層を形成したものである。また、本発明の切削加工用工具のコーティング方法は、母材が鉄系材料で構成される切削加工用工具のコーティング方法であって、中心部を TiAl 材とし外周部を Ti 材とした 1 種類のターゲットを用い、カソード内の磁界制御により成膜中に発生する該ターゲット上のプラズマの位置を移動して前記切削加工用工具の表面に Ti 層ならびに TiAlN 層の被膜を順次形成する構成とした。

【0006】

【作用】本発明の方法では、スパッタリング装置の基板ホルダに母材を装着したあと、真空引きし所定の真空状態になった後、アルゴンガスを装置内へ導入してターゲットのスパッタ洗浄を行う。そして、母材の刃先表面を直流電源または高周波交流電源によるスパッタ洗浄したあと再びターゲットのスパッタ洗浄を行う。これらの前処理が終了したあと、カソードに接続された放電用直流電源装置により放電を開始し、プラズマが外周側へ寄るように磁界励磁用ソレノイドコイルへ流れる電流をコントロールし、ターゲットの外周部の Ti 材を母材の刃先表面へ成膜させる。この被覆膜が所定の厚さに達したところでこの作業を終了し、再び磁界励磁用ソレノイドコイルへ流れる電流を変更し、プラズマがターゲットの中心部に生じるようコントロールして放電を行う。この時、装置内へは窒素ガスを導入し、母材の刃先表面の Ti 被膜のうえに TiAlN 成膜を厚さが $2\mu\text{m}$ 程度になるまで形成させる。以上のようにして、切削加工用工具の刃先表面には Ti 層と TiAlN 層とが積層され、付着力の強い強固な成膜が完成される。

【0007】

【実施例】以下図面に基づいて本発明の実施例について詳細に説明する。図 1～図 7 は本発明の実施例に係り、図 1 はスパッタリング装置の構成図、図 2 はターゲットの構成を示す斜視図、図 3～図 4 はそれぞれスパッタリングプロセス中のターゲットを説明する斜視図、図 5 はプラズマ発生時のイオン電流密度分布を示すグラフ、図 6 はスパッタリングプロセスの工程手順を示すフローチャート、図 7 はプラズマコーティングされた切削加工用工具により切削された被削物の表面粗さを示す比較線図である。図 1 は、切削加工用工具として歯車切削用のカッタ 24 を表面コーティングする実施例を示したもので、スパッタリング装置 100 は、配管 12 およびメインバルブ 11 を介して図示しない真空ポンプに連結された真空容器 10 と、真空容器 10 内の各々の機器に接続された 4 種類の直流電源装置 1、2、3、4 とで構成される。真空容器 10 内には後述するターゲット 25 を設置したカソード 20 が一方の内面に固設され、外部にある放電用直流電源装置 2 と結線される。カソード 20 の

内部には磁界制御用ソレノイドコイル 21 が埋設され、外部のソレノイドコイル用直流電源装置 1 と結線される。一方、カソード 20 に対向する真空容器 10 内部中央には軸受 22a 回りに回転自在な回転軸（基板ホルダ）22 が設置されカッタ 24 がコーティング被覆面をカソード 20 方向に向けて設置される。回転軸 22 はモータ 23 の駆動により直接に低速で駆動され、回転可能に構成される。カッタ 24 が密着取付けされる回転軸 22 には逆スパッタ用高周波電源装置 3 および基板バイアス用直流電源装置 4 とがバラレルに結線される。基板バイアス用直流電源装置 4 の直後のチョークコイル 5 は逆スパッタ用高周波電源装置 3 の高周波電力が基板バイアス用直流電源装置 4 へ流れ込まないための保護用に設けたものである。また、真空容器 10 内にはプロセスガス導入管 13 によりアルゴンガスおよび窒素ガスが導入されるとともに、カソード 20 とカッタ 24 との間には往復動できる開閉自在なシャッタ 26 が設けられる。次に、カソード 20 に取り付けられるターゲット 25 の詳細について説明する。図 2 に示すように、ターゲット 25 は、カソード 20 と着脱自在なバックングプレート 30 の表面に厚さ 5mm 程度の Ti メタル 32 と TiAl 焼結体 31 の 2 種類からなる金属板で構成される。TiAl 焼結体 31 は通常 Ti と Al とがともに 50 at. % 含有される。

【0008】以上のように構成されたスパッタリング装置 100 を使用してカッタ 24 の表面に TiAlN 被覆層を形成するスパッタリングプロセスについて説明する。まず、所望のカッタ 24 を回転軸 22 に取り付け、メインバルブ 11 を開いて真空容器 10 内の圧力を真空ポンプの駆動により $5 \times 10^{-6} \text{ Torr}$ 以下に真空引きする。真空引きが完了した後、プロセスガス導入管 13 よりアルゴンガスを導入し、圧力を $2 \times 10^{-3} \text{ Torr}$ 程度に設定する。この状態でシャッタ 26 を閉じたまま、ターゲット 25 上にプラズマを発生してターゲット 25 表面のスパッタ洗浄を充分に行う。その後、基板（カッタ 24）に高電圧を印加してカッタ 24 のスパッタ洗浄を行うが、この時に利用する放電電源は、カッタ 24 の表面形状により選択する。すなわち、表面が平滑の場合には基板バイアス用直流電源装置 4 を用いて直流スパッタエッチングを行うが、表面コーティングする切削加工用工具 24 は複雑な形状をしており表面が平滑でない場合には、直流スパッタエッチングを使うとスパッタエッチされる個所が凸部に集中してしまい、凹部は逆に凸部から蒸発したガスなどにより汚染される現象が起って所期の目的を達成できないことになる。このため、本発明では、逆スパッタ用高周波電源装置 3 を使用して逆スパッタを行うことによって、処理時間は長くなってしまいう問題はあるけれども、放電が切削加工用工具 24 表面全体に発生し、局所的なエッチングやエッチング不良個所の発生を防止する。逆スパッタによる基板

(カット 24) のエッチング洗浄が終了した後、再度ターゲット 25 のスパッタ洗浄を行う。その理由は逆スパッタ時にカット母材表面から発生した不純物がターゲット 25 に付着しているのを、それを取り除くためである。このようにして、成膜までの全ての前処理が完了する。

【0009】次に、ハードコーティング層の生成プロセスに入る。本発明ではハードコーティング層として TiAlN を用いる。基板 (カット 24) の金属表面と TiAlN 層の間に Ti 層を設けるには、通常スパッタリングでこのような 2 種類の膜をつける場合には Ti ターゲットと TiAl ターゲットの 2 種類のターゲットを取り付けた別々のカソードが必要となる。つまり、従来の方法では上記別々のカソードを有する装置を必要としていたが、本発明では、図 2 に示すターゲット 25 をカソード 20 へ取り付け、かつ、図 3～図 4 に示すように、カソード内の磁界の制御を用いてプラズマ発生位置を制御することによって 1 種類のカソード 20 で操業可能となった。図 3 はプラズマ P を TiAl 焼結体 31 の外周の Ti メタル層 32 に発生させた例であり、図 4 はプラズマ P を TiAl 焼結体 31 領域の表面に発生した状態を示し、それぞれ Ti 膜、TiAlN 膜を成膜させる場合に対応する。実際の成膜では、まず真空容器 10 内にアルゴンガスを導入して 2×10^{-3} Torr 程度のガス圧に設定し、基板であるカット 24 にはプラズマによるイオンアシスト効果を得るため、基板バイアス用直流電源装置 4 にて 100 V 程度の基板バイアスを印加しておく。この状態でプラズマをターゲット 25 外周部に発生させて (図 3 に相当)、Ti 膜を約 1000～2000 Å (オングストローム) 成膜する。引き続き真空容器 10 内に N_2 と Ar ガスを導入してターゲット 25 内周部にプラズマを発生させて (図 4 に相当)、TiAlN 膜を約 2 μm 成膜する。この時 N_2 ガスと Ar ガスの比率は使用する真空ポンプの性能や基板 (カット 24) の大きさ、放電のパワーなどによって変化するのでその時々最適な条件をテストによって予め把握しておくことが望ましい。また、膜厚は、通常のハードコーティングでは 2 μm が標準とされているが、利用目的により 5 μm 程度の膜厚までは可能である。それ以上の膜厚になると、セラミックス本来の特性である脆性が顕著に現れて、ハードコーティングとしての効果が減殺されるので注意を要する。このようにして積層された TiAlN (窒化チタンアルミ) は、従来の TiN (窒化チタン) より耐熱性に優れ約 800℃まで分解しないことが実験的に確認されている。また、Ti 膜を中間膜として使用することにより表層の TiAlN 層と母材との付着力が強化される。また、母材となる SKD61 (熱膨張係数 11.6) と TiN 膜 (熱膨張係数 9.4) とが比較的近い熱膨張係数を有するに対して、TiAlN 膜 (熱膨張係数 6.5) はこれらよりかなり低い値となり、高温

時には TiAlN コーティングされた切削用工具の方が強い圧縮応力が生じており耐靱性が一層向上することがわかる。

【0010】このようにして、従来技術で述べた工具鋼などを母材とするバイト、カットなどの切削用工具に TiN 層ならびに TiAlN 層で被覆コーティングされたものを実際の切削加工に使用し、被削物の表面粗さを測定したものを図 7 に示す。図 7 の例は、本発明のように Ti 層および TiAlN 層被覆したピニオンカットで歯切加工した Rギヤーと、TiAlN 層のみコーティングしたピニオンカットならびにコーティング施工しないピニオンカットで歯切加工した Rギヤーの切削後の表面粗さを測定したもので、結果は Ti 層および TiAlN 層施工したピニオンカットの場合が TiAlN 層のみのものやコーティングなしのものに比べてはるかに優れていることがわかる。以上述べたように、本発明のコーティング被覆した切削加工用工具は、仕上面粗さが向上するとともに工具の寿命が伸び、高硬度歯車の切削も可能となる。本発明の実施例では、コーティングされる切削加工用工具として、歯切用のカット 24 を示したが、本発明の適用を受ける切削加工用工具は、これだけに止まらずバイト、フライスカッタ、組やすり、糸のこ、ナイフ、カッタ、帯のこ、丸のこ、ハクソー、シャープ刃、ねじ切りダイス、ホブ、ドリル、タップ、シャープブレード、刻印などが含まれる。また、以上の加工工具以外の治工具、例えば、押出し工具、鍛造型、ボンチ、ハンマ、ペンチ、モンキ、スパナ、ドライバ、レンチ、プライヤ、ステープラー、ホーミングロール、タガネなどに適用することもできる。なお、本発明では、TiAlN 膜と母材との間に Ti 膜を入れて付着力を増強したが、さらに、TiAlN 膜と Ti 膜との間に TiN 膜を形成し、TiAlN 膜の靱性を補強するようにすることもできる。この場合、Ti 膜 0.1～0.2 μm、TiAlN 膜 0.5～1.0 μm に対して TiN 膜は 1.0～1.5 μm 程度とする。

【0011】なお、本発明におけるターゲット 25 の構造は、前述したように図 2 に示したとおり内側に TiAl 焼結体 31、外側に Ti メタル 32 を配設したものであるが、この Ti と TiAl とを内外入れ替えることは有り得ない。なぜならば、ハードコーティング層となる TiAlN 層は成膜時に基板をプラズマ中のイオンでピーニングするイオンアシストがより良い膜質を得るための必要条件であり、図 5 に示すように、プラズマが中心部に寄るほど基板に流入するイオン量が増えるからである。逆にプラズマが外側に寄っている場合には、ほとんど基本イオン電流は流れず、イオンアシスト効果はあまり期待できない。従って、本発明で使用する複合ターゲットではターゲット中心部がハードコーティング材料である TiAl で構成されている必要がある。図 6 は、以上のスパッタリング方法の工程手順を説明するフローチ

ャートであり、その内容は前述したとおりである。

【0012】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の切削用工具のコーティング方法は、2種類のチタン系セラミックス膜からなる被覆層を有する積層の成膜を基板（工具刃先表面）に、同一の装置内で簡便に、かつ、高能率で実施することができるので、作業能率が向上する。また、このようにして得られたコーティング積層された切削加工用工具は、被削物の表面粗さが向上し、耐摩耗性と靱性がともに高く、刃物寿命が長くなるので工費節減とな

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る実施例を示すスパッタリング装置の構成図である。

【図2】本発明に係る実施例を示すターゲットの構成を示す斜視図である。

【図3】本発明の実施例に係るスパッタリングプロセス中のターゲットを説明する斜視図である。

【図4】本発明の実施例に係るスパッタリングプロセス中のターゲットを説明する斜視図である。

【図5】本発明に係るプラズマ発生時のイオン電流密度分布を示すグラフである。

【図6】本発明に係るスパッタリングプロセスの工程手順を示すフローチャートである。

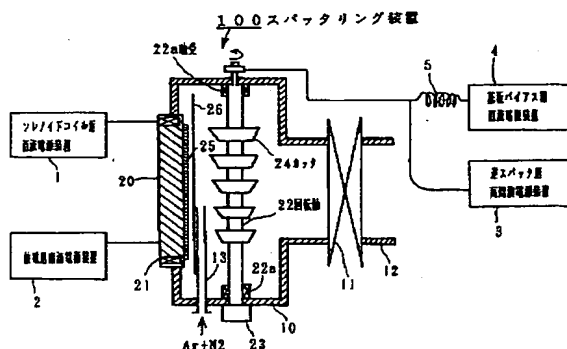
【図7】本発明に係るプラズマコーティングされた切削用工具により切削された被削物の表面粗さを示す比較線

図である。

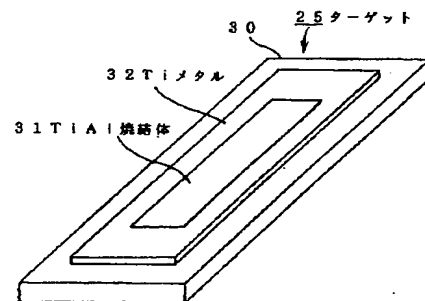
【符号の説明】

- 1 ソレノイドコイル用直流電源装置
- 2 放電用直流電源装置
- 3 逆スパッタ用高周波電源装置
- 4 基板バイアス用直流電源装置
- 5 チョークコイル
- 10 真空容器
- 11 メインバルブ
- 12 配管
- 13 プロセスガス導入管
- 20 カソード
- 21 磁界制御用ソレノイドコイル
- 22 回転軸（基板ホルダ）
- 22a 軸受
- 24 カッタ（切削加工用工具）
- 25 ターゲット
- 26 シャッタ
- 30 バッキングプレート
- 31 TiAl焼結体
- 32 Tiメタル
- 100 スパッタリング装置
- P プラズマ
- Q 基板流入イオン電流密度
- S ターゲット中心からの距離
- s 表面粗さ

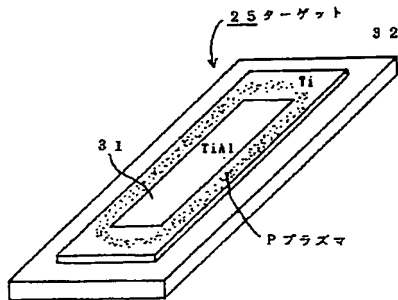
【図1】



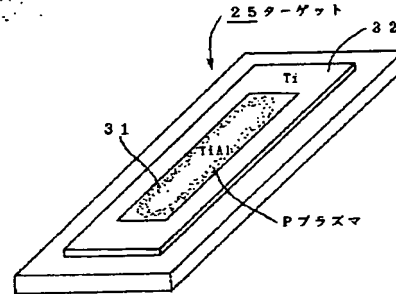
【図2】



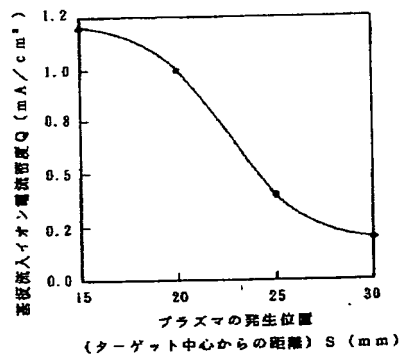
【図 3】



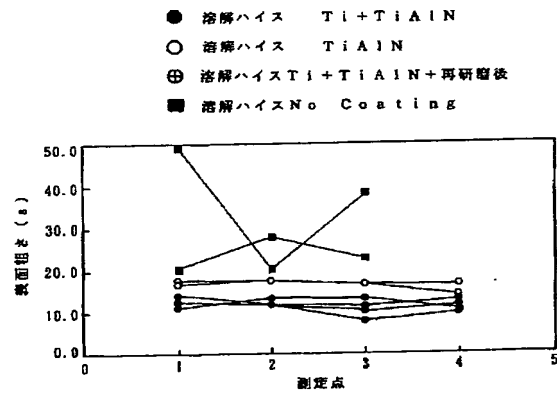
【図 4】



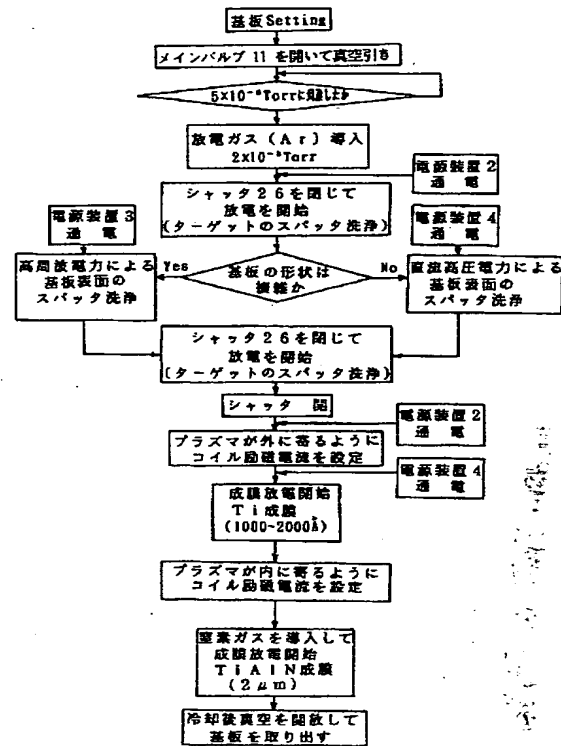
【図 5】



【図 6】



【図7】



THIS PAGE BLANK (USPTO)